

**ANALISIS BIBLIOMETRIK TENTANG PRODUKSI  
HIDROGEN DENGAN ELEKTROLISIS AIR LAUT  
MENGUNAKAN SUMBER ENERGI TERBARUKAN**

**TESIS**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Magister Teknik dari  
Universitas Darma Persada**

Oleh

**MARTIN SOESANTO SAPOETRO**

**NIM : 2022910001**

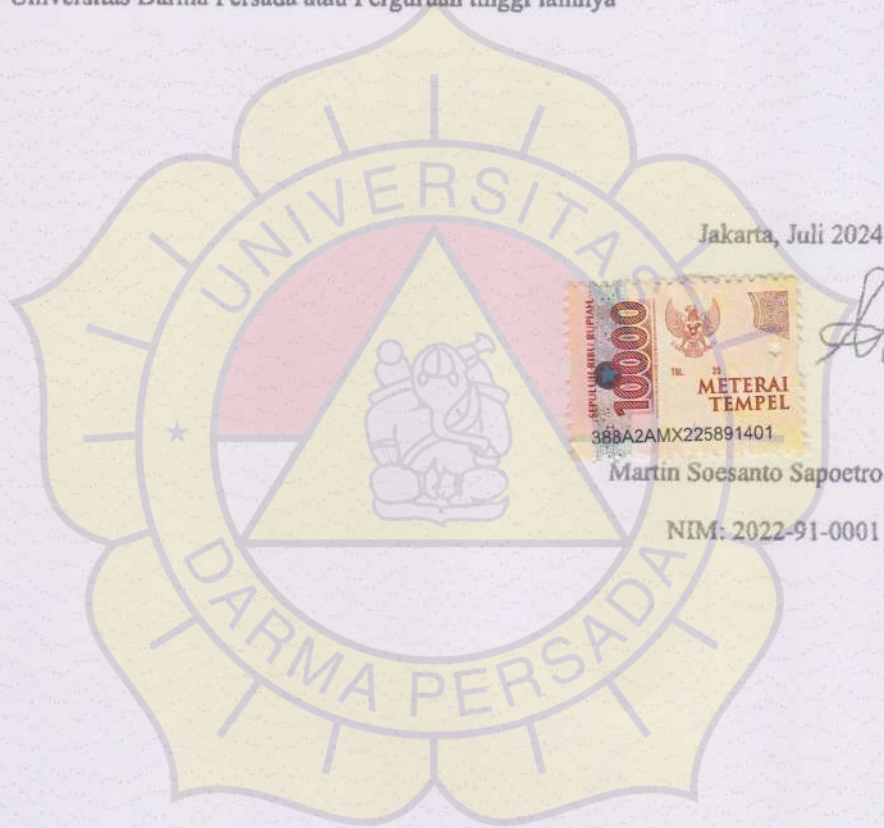
**(Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan)**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
JAKARTA  
2024**

## PERNYATAAN KEASLIAN

"Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan dan keyakinan saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagian bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Darma Persada atau Perguruan tinggi lainnya"



## ABSTRAK

**MARTIN SOESANTO SAPOETRO (2022910001).** Analisis Bibliometrik Tentang Produksi Hidrogen Dengan Elektrolisis Air Laut Menggunakan Sumber Energi Terbarukan. Dibawah bimbingan Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.TP., M.Eng., Dr. Andy Tirta, ST., M.Sc., dan Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si.

Produksi hidrogen dari air laut menggunakan sumber energi terbarukan merupakan bidang penelitian yang berkembang karena meningkatnya kebutuhan akan energi hijau dan berkelanjutan. Oleh karena itu, memahami lanskap penelitian sangatlah penting untuk memajukan bidang ini, memberikan informasi dalam pengambilan kebijakan, dan menyelaraskan praktik industri dengan pembangunan berkelanjutan. Penelitian saat ini menyoroti kemajuan teknologi dan tantangan dalam produksi hidrogen dari air laut. Meskipun terdapat banyak literatur mengenai produksi hidrogen dari air laut, masih terdapat kekurangan penelitian komprehensif yang secara eksplisit bertujuan untuk memahami tren, pola, dan kesenjangan penelitian dalam bidang yang dinamis ini.

Dengan analisis bibliometrik yang komprehensif dari literatur tentang hidrogen hijau menggunakan elektrolisis air laut akan memetakan lanskap ilmiah secara sistematis, menyoroti perkembangan di lapangan, mengidentifikasi batas-batas penelitian, dan mengungkap jaringan ilmu pengetahuannya.

Pentingnya penelitian ini tidak hanya untuk mendokumentasikan sejarah perkembangan penelitian produksi hidrogen dari air laut, namun juga untuk memfasilitasi upaya ilmiah di masa depan dan transisi energi menuju hidrogen hijau menggunakan energi terbarukan yang bersih, serta mempertimbangkan implikasi dan keterbatasan penelitian ini .

Analisis bibliometrik merupakan metode kuantitatif untuk menganalisa perkembangan topik terkait. Hal ini mencakup mengumpulkan dan menganalisis data publikasi, termasuk penulis, jurnal, tahun penerbitan, dan jumlah kutipan, serta menganalisis dan menafsirkan informasi tersebut.

Melihat keadaan penelitian saat ini, banyak publikasi jenis dokumen berbentuk artikel tentang topik ini yang dipublikasikan. Tren penelitian yang berkaitan dengan produksi hidrogen, elektrolisis air laut, elektrokatalisis, dan produksi hidrogen yang akan dimasukkan dalam publikasi mengenai produksi hidrogen dari air laut di masa depan. Penulis, institusi, negara - Liu dan Quian dari Universitas Chengdu Tiongkok dan Wu, Zexing dari Universitas Sains dan Teknologi Qingdao Tiongkok yang paling berpengaruh mendorong kemajuan dalam penelitian produksi hidrogen dari air laut.

International Journal of Hydrogen Energy telah menerbitkan 100 publikasi yang sangat produktif sebagai pusat penelitian inovatif perkembangan hidrogen hijau dari air laut. Selain itu berdasarkan Analisa, terdapat lima sumber journal lain yang berpengaruh cukup penting yaitu Applied Catalysis B: Environmental di tahun 2018, Chemical Engineering Journal di 2020, Advanced Functional Materials di tahun 2019, Small di tahun 2021 dan Journal of Materials Chemistry A di tahun 2017.

Arah penelitian produksi hidrogen dari air laut dipengaruhi oleh karya Li Z. et al. (2013) tentang sel fotoelektrokimia untuk produksi hidrogen surya. Yang kedua adalah karya Yu Z dkk. (2021) tentang Bahan bakar hidrogen yang bersih dan terjangkau dari pemisahan air alkali: masa lalu, kemajuan terkini, dan prospek masa depan. Topik penelitian utama yang mendukung pengembangan dan pertumbuhan hidrogen hijau dari air laut terkait dengan beberapa kelompok kata kunci pendukung dari kata pemisahan air laut, senyawa besi, ketahanan terhadap korosi, dan degradasi. Kelompok kata kunci pendukung pembangkit listrik tenaga surya, energi surya, fotokatalis, produksi hidrogen, dan energi terbarukan. Kelompok kata kunci pendukung terdiri dari penyimpanan hidrogen, natrium klorida, listrik, dan produksi hidrogen. Kelompok kata kunci pendukung terdiri dari elektrolisis air laut, oksidasi, alkali, kalium hidroksida, elektrokatalis bifungsional, elektrolit, reaksi evolusi hidrogen, logam mulia, dan reaksi evolusi oksigen.

Demikianlah analisis bibliometrik membantu untuk memahami topik yang kompleks dan luas ini dengan memberikan gambaran umum tentang situasi, tren teknologi, pemain kunci (peneliti, lembaga, negara), jurnal, publikasi, artikel, dan tema untuk penelitian selanjutnya.

Kata kunci: produksi hidrogen, elektrolisis air laut, katalis, energi terbarukan pembentukan hidrogen

## ABSTRACT

**MARTIN SOESANTO SAPOETRO (2022910001).** Bibliometric Analysis of Hydrogen Production by Electrolysis of Seawater Using Renewable Energy Sources. Under direction of Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.TP., M.Eng., Dr. Andy Tirta, ST., M.Sc., dan Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si.

*Hydrogen production from seawater using renewable energy sources is a growing field of research due to the increasing need for green and sustainable energy. Therefore, understanding the research landscape is essential to advance the field, inform policymaking, and align industry practices with sustainable development. The current research highlights technological advances and challenges in producing hydrogen from seawater. Although there is a great deal of literature on the production of hydrogen from seawater, there is still a lack of comprehensive research that explicitly aims to understand the trends, patterns, and research gaps in this dynamic field.*

*A comprehensive bibliometric analysis of the literature on green hydrogen using seawater electrolysis will systematically map the scientific landscape, highlight developments in the field, identify research boundaries, and unravel its scientific network.*

*The importance of this study is not only to document the history of the development of research on hydrogen production from seawater but also to facilitate future scientific efforts and the energy transition to green hydrogen using clean renewable energy, as well as to consider the implications and limitations of this research.*

*Bibliometric analysis is a quantitative method to analyze the development of related topics. This includes collecting and analyzing publication data, including authors, journals, year of publication, and number of citations, as well as analyzing and interpreting that information.*

*Looking at the current state of research, many publications of document types in the form of articles on this topic have been published. Research trends related to hydrogen production, seawater electrolysis, electrocatalysis, and hydrogen production will be included in future publications on hydrogen production from seawater. Authors, institutions, and countries – Liu and Quian from China's Chengdu University and Wu, Zexing from China's Qingdao University of Science and Technology are the most influential driving advances in research on hydrogen production from seawater.*

*The International Journal of Hydrogen Energy has published 100 highly productive publications as a hub for innovative research on the development of green hydrogen from seawater. In addition, based on the analysis, there are five other important journal sources namely Applied Catalysis B: Environmental in 2018, Chemical*

*Engineering Journal in 2020, Advanced Functional Materials in 2019, Small in 2021, and Journal of Materials Chemistry A in 2017.*

*The research direction of hydrogen production from seawater is influenced by the work of Li Z. et al. (2013) on photoelectrochemical cells for solar hydrogen production. The second is the work of Yu Z et al. (2021) on Clean and affordable hydrogen fuels from alkaline water separation: the past, recent advancements, and prospects. The main research topics supporting the development and growth of green hydrogen from seawater are related to several groups of supporting keywords of the word's seawater separation, iron compounds, corrosion resistance, and degradation. Keyword groups support solar power generation, solar energy, photocatalysts, hydrogen production, and renewable energy. The group of supporting keywords consists of hydrogen storage, sodium chloride, electricity, and hydrogen production. The group of supporting keywords consists of seawater electrolysis, oxidation, hydrogen evolution, alkali, potassium hydroxide, bifunctional electrocatalyst, electrolyte, hydrogen evolution reaction, precious metals, and oxygen evolution reaction.*

*Bibliometric analysis helps to understand this complex and broad topic by providing an overview of the situation, technological trends, key players (researchers, institutions, countries), journals, publications, articles, and themes for further research.*

*Keywords: hydrogen production, seawater electrolysis, catalyst, renewable energy hydrogen formation*

## LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**Judul** : Analisa Bibliometrik Tentang Produksi Hidrogen Dengan  
Elektrolisis Air Laut Menggunakan Sumber Energi  
Terbarukan

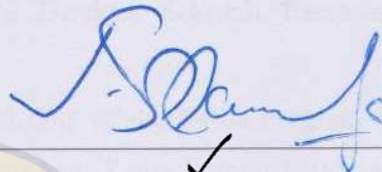
**Nama** : Martin Soesanto Sapotro

**NIM** : 2022910001

### Telah disetujui oleh pembimbing dan penguji

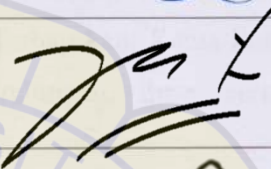
Dr. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng

(Pembimbing Utama/Penguji)



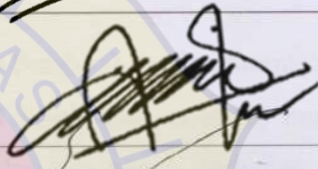
Dr. Andy Tirta, M.Sc.

(Anggota/Penguji)



Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si.

(Anggota/Penguji)



Dr. Ir. As Natio Lasman

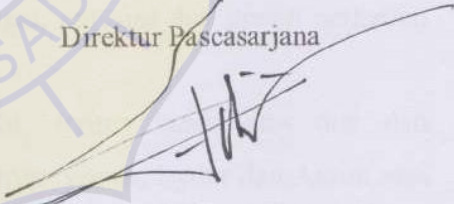
(Anggota/Penguji)



Mengetahui

Ketua Program Studi

Direktur Pascasarjana



(Dr. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng)

(Dr. Ir. As Natio Lasman)

Tanggal Ujian : 26 Juli 2024

Tanggal Yudisium : 27 Juli 2024

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugrah-Nya yang memungkinkan penulis menyelesaikan Tesis ini. Selama proses penulisan Tesis ini, banyak bantuan dan dukungan yang diterima penulis dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. As Natio Lasman selaku Direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Darma Persada.
2. Bapak Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Sekolah Pascasarjana Teknik Energi Terbarukan, Ketua komisi Pembimbing Utama, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, serta masukan dan pengarahan dalam penulisan Tesis ini.
3. Bapak Dr. Andy Tirta, ST., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan wawasan, serta ilmunya dan dengan penuh sabar dan penuh perhatian dalam penulisan Tesis ini.
4. Bapak Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, akses database Scopus, pengenalan bibliometrik, tambahan referensi serta ilmunya dan dengan dorongan semangat, antusias dan penuh perhatian dalam penulisan Tesis ini.
5. Keluarga Sapoetro terutama Rita Roselli, terima kasih atas doa dan dukungannya. Saudara-saudara terdekat Petrus, Yonan, Lydia dan Anton atas dorongan semangat yang diberikan selama ini.
6. Sahabat-sahabat terbaik, yang terus mendukung dan memberi dorongan semangat dan memotivasi untuk terus berusaha mencapai tujuan menggapai cita-cita.
7. Teman-teman seperjuangan Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan angkatan 2022 semuanya.

Akhir kata, penulis mohon maaf atas segala kesalahan yang dibuat, baik secara sengaja maupun tidak sengaja, selama kuliah di Program Magister Teknik Energi Terbarukan Universitas Darma Persada maupun saat menulis Tesis ini.

Jakarta, Juli 2024

Penulis



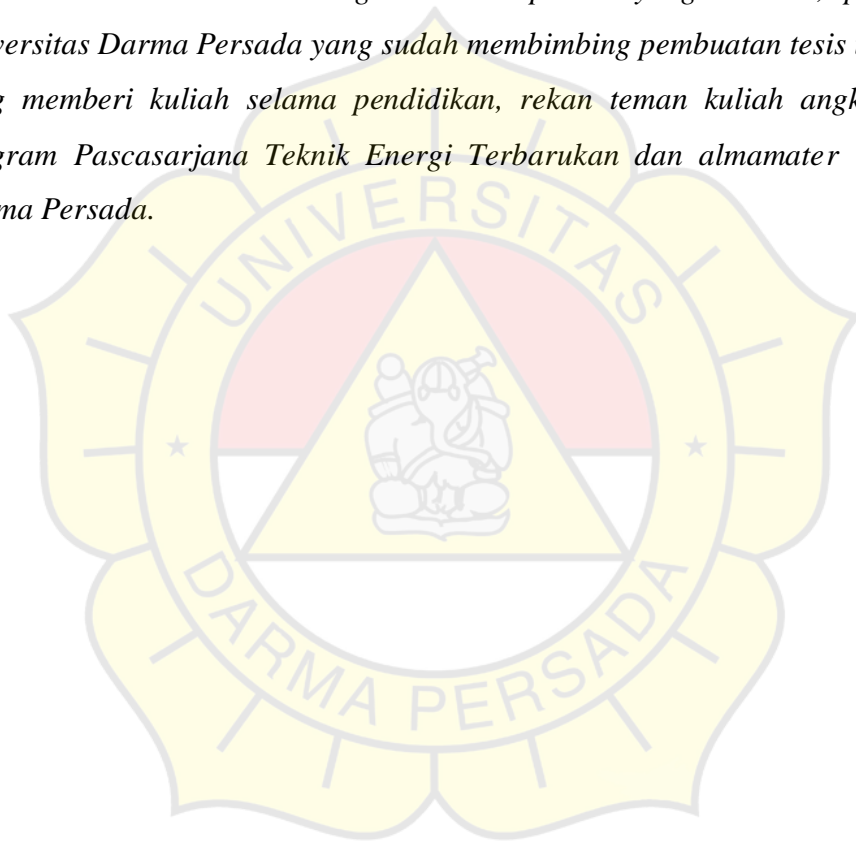
## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 26 Desember 1967 sebagai anak ketiga dari pasangan Daud Soedjono Sapoetro dan Gita Marlina Rastandi. Penulis menempuh pendidikan formal dari sekolah dasar SDK VIII Jakarta Timur (lulus tahun 1974), melanjutkan ke sekolah menengah pertama SMPK III Jakarta Pusat (lulus tahun 1980), melanjutkan ke sekolah menengah atas SMAK I Jakarta Pusat (lulus tahun 1986), kemudian melanjutkan pendidikan bidang teknik di perguruan tinggi program sarjana strata-1 di Universitas Indonesia, Fakultas Teknik jurusan Sipil konsentrasi Struktur, Depok (lulus tahun 1992) dan mengikuti pendidikan bidang Manajemen di perguruan tinggi program sarjana strata-1 Universitas Indonesia, Fakultas Ekonomi jurusan Manajemen, Jakarta Pusat (lulus tahun 1998). Penulis melanjutkan pendidikan formal di Universitas Darma Persada pada tahun 2022 dalam Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan.

Penulis bekerja sebagai seorang insinyur sipil dan struktur di industri minyak-gas bumi dan infrastruktur, berkarir mulai dari tingkat *junior*, *medior*, *senior*, *team leader*, dan *group leader* di berbagai proyek, penulis merupakan anggota Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia dan Persatuan Insinyur Indonesia.

Tesis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif bagi dunia pendidikan karena semangat yang tinggi, ketekunan, motivasi diri, dan ketekunan dalam belajar. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas kesempatan untuk menyelesaikan tesis yang berjudul "Analisa Bibliometrik Tentang Produksi Hidrogen Dengan Elektrolisis Air Laut Menggunakan Sumber Energi Terbarukan".

*Dipersembahkan untuk keluarga besar Sapoetro yang tercinta, para dosen Universitas Darma Persada yang sudah membimbing pembuatan tesis ini maupun yang memberi kuliah selama pendidikan, rekan teman kuliah angkatan 2022 Program Pascasarjana Teknik Energi Terbarukan dan almamater Universitas Darma Persada.*

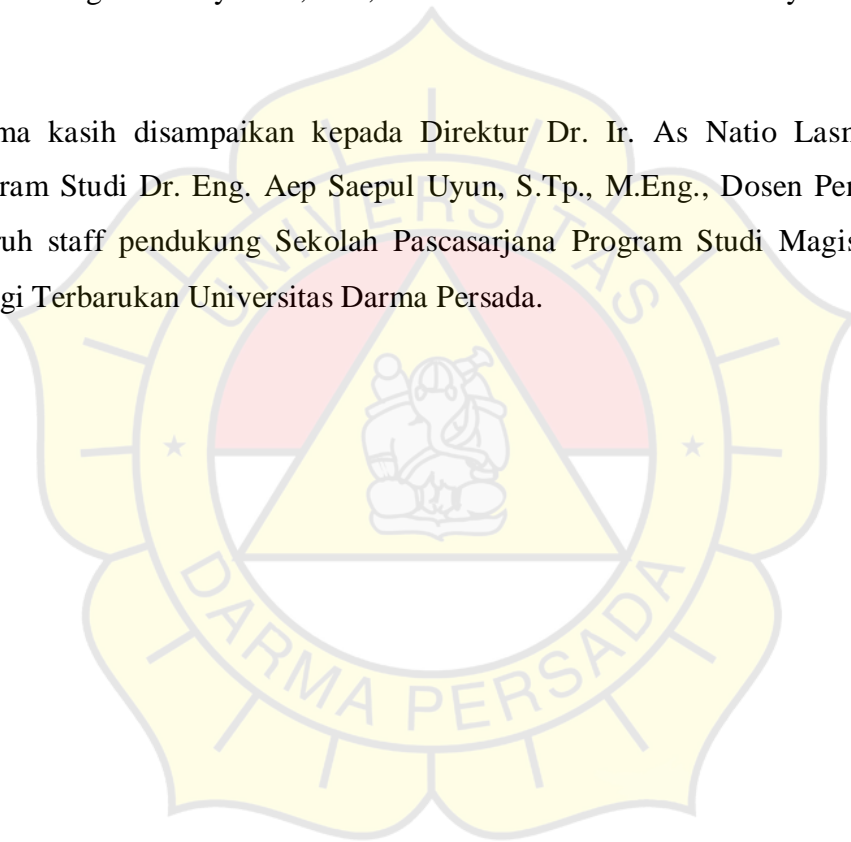


## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih pada Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng. sebagai ketua Tim Pembimbing, atas segala saran, bimbingan dan nasehatnya selama penelitian berlangsung dan selama penulisan disertasi ini.

Penulis juga berterima kasih atas saran, kritik dan nasihat dari anggota Tim Pembimbing Dr. Andy Tirta, S.T., M.Sc. dan Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si.

Terima kasih disampaikan kepada Direktur Dr. Ir. As Natio Lasman, Ketua Program Studi Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng., Dosen Pengajar serta seluruh staff pendukung Sekolah Pascasarjana Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan Universitas Darma Persada.

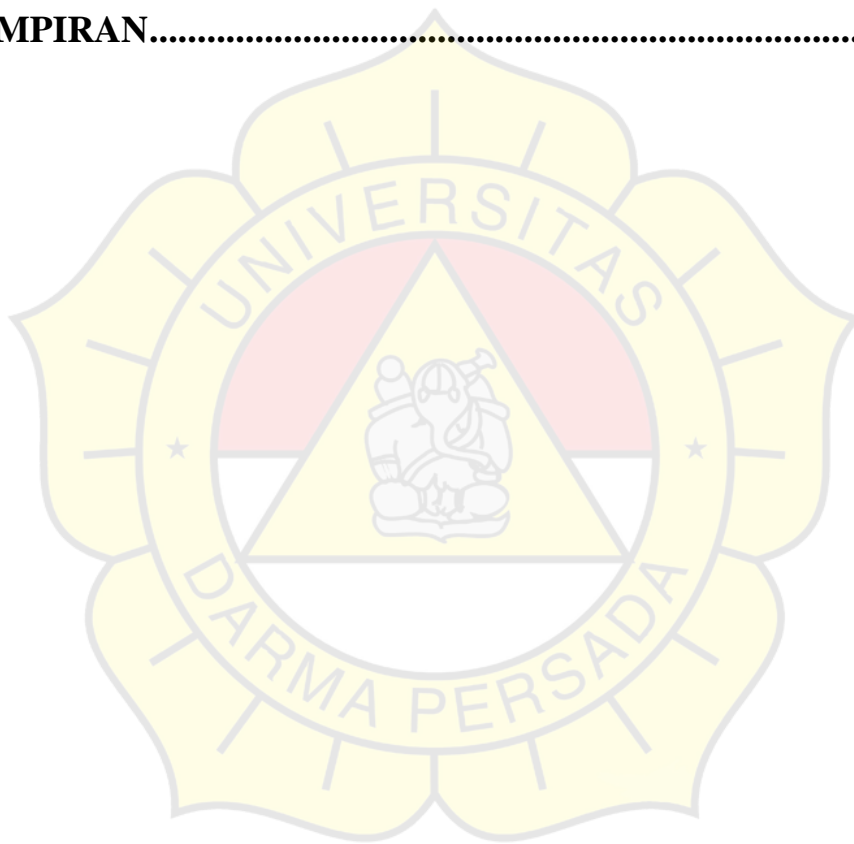


## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>x</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Produksi Hidrogen.....	7
2.2 Komposisi Kimia Air Laut .....	8
2.3 Berbagai Jenis Elektrolisis.....	9
2.3.1 Alkaline Electrolyser (AE) .....	11

2.3.2 Proton Exchange Membrane Electrolyzer (PEME)	12
2.3.3 Solid Oxide Electrolyser (SOE)	14
2.4 Reaksi Kimia Elektrolisis	15
2.5 Elektrolisis Air Laut	16
2.6 Energi Terbarukan	19
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	<b>24</b>
3.1 Perancangan Penelitian	24
3.2 Prosedur Penelitian dan Parameter Pengamatan	27
3.3 Analisis Data	31
3.3.1 Analisis Kinerja (Performance Analysis)	31
3.3.2 Pemetaan Sains ( <i>Science Mapping</i> )	33
3.3.3 Analisis Jaringan ( <i>Network Analysis</i> )	34
3.4 Bahan dan Alat Penelitian	37
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>39</b>
4.1 Lanskap Saat Ini	39
4.2 Tren Publikasi	42
4.3 Publikasi oleh Penulis	46
4.4 Publikasi oleh Institusi	47
4.5 Publikasi oleh Negara	50
4.6 Publikasi oleh Judul Sumber	53
4.7 Dokumen yang Sangat Dikutip	55
4.8 Analisa Kemunculan Kata Kunci Bersama	57
4.8.1 Analisa Kata Kunci	57
4.8.2 Analisis Peta Tematik	62
4.8.3 Analisis Faktorial	64

4.8.4 Analisa Struktur Sosial .....	70
4.8.5 Perkembangan Tema .....	79
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>89</b>
5.1 Kesimpulan .....	89
5.2 Saran .....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>106</b>



## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.3. 1 TEKNOLOGI ELEKTROLISIS .....	10
GAMBAR 3.3. 1 H-INDEX DAN G-INDEX .....	32
GAMBAR 4.2.1 TOTAL PUBLIKASI PER TAHUN .....	43
GAMBAR 4.4.1 INSTITUSI / AFILIASI YANG PALING RELEVAN.....	50
GAMBAR 4.5.2 NEGARA PENGHASIL PUBLIKASI.....	52
GAMBAR 4.2.2 PRODUKSI NEGARA SEPANJANG WAKTU .....	52
GAMBAR 4.6.1 JOURNAL YANG MEMBENTUK INTI SUMBER TOPIK.....	55
GAMBAR 4.8.1 KATA KUNCI PRODUKTIF SERING DIPAKAI .....	57
GAMBAR 4.8.2 PETA TEMATIK .....	63
GAMBAR 4.8.3. 1 PETA KATA KUNCI YANG PENULIS BERPENGARUH GUNAKAN...	65
GAMBAR 4.8.3.2 KATA-KATA KUNCI YANG PALING RELEVAN .....	66
GAMBAR 4.8.3.3 PETA POHON STRUKTUR .....	67
GAMBAR 4.8.3.4 KUMULATIF FREKUENSI KATA KUNCI .....	67
GAMBAR 4.8.3.5 PERGERAKAN FREKUENSI KATA KUNCI PER TAHUN.....	68
GAMBAR 4.8.3.6 TREND TOPIK.....	68
GAMBAR 4.8.3.7 WORD CLOUD .....	68
GAMBAR 4.8.3.8 TOPIK DENDOGRAM.....	69
GAMBAR 4.8.3.9 DIAGRAM SANKEY DARI PENULIS-KATA KUNCI-JOURNAL YANG PALING PRODUKTIF.....	69
GAMBAR 4.8.4.1 HUBUNGAN ANTARA PENULIS YANG PRODUKTIF .....	71
GAMBAR 4.8.4.2 PENULIS YANG PRODUKTIF PER TAHUN .....	71
GAMBAR 4.8.4.3 JARINGAN CO-CITATION ANTAR PENULIS .....	72
GAMBAR 4.8.4.4 JARINGAN KOLABORASI ANTAR PENELITI.....	74
GAMBAR 4.8.4.5 JARINGAN KOLABORASI ANTAR INSTITUSI.....	74
GAMBAR 4.8.4.6 JARINGAN KOLABORASI ANTAR NEGARA.....	76
GAMBAR 4.8.4.7 PETA JARINGAN KOLABORASI INTERNASIONAL .....	78

## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
C/CP	Total Citations Per Cited Paper	29
C/P	Mean Total Citations per Article	29
C/Y	Mean Total Citations per Year	29
CORE	Connecting Repositories	29
CSV	Comma-Separated Values	26
CSwHC	Cumulative Citations within H-core	29
CY	Citable Years	48
g	g-index	30
h	h-index	29
m	m-index	31
NCA	Number of Contributing Authors	42
NCP	Number of Cited Papers	29
TC	Total Citations	29
TP	Total Publications	29

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. BAHAN PENELITIAN .....	106
LAMPIRAN 2. ALAT PENELITIAN.....	106

